



TUGAS AKHIR - RG141536

ANALISIS PADATAN TERSUSPensi DAN
KECERAHAN PERAIRAN UNTUK PENDUGAAN
PENCEMARAN AIR LAUT MENGGUNAKAN
LANDSAT 8
(Studi Kasus : Perairan Bintan, Kepulauan
Riau)

Irma'atus Sholihah

NRP 3512 100 004

Pembimbing

Lalu Muhamad Jaelani, ST., MSc., Ph.D

Drs. Salam Tarigan., MSi

JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2016



FINAL ASSIGNMENT - RG141536

ANALYSIS OF SUSPENDED SOLIDS AND TRANSPARANCY USING LANDSAT 8 TO ESTIMATE MARINE POLLUTION (Case Study : Bintan Waters, Riau Island)

Irma'atus Sholihah

NRP 3512 100 004

Advisor

Lalu Muhamad Jaelani, ST., M.Sc, Ph.D

Drs. Salam Tarigan, M.Si

GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

**ANALISIS PADATAN TERSUSPensi DAN
KECERAHAN PERAIRAN UNTUK
PENDUGAAN PENCEMARAN AIR LAUT
MENGUNAKAN LANDSAT 8
(Studi Kasus: Perairan Bintan, Kepulauan Riau)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

IRMA'ATUS SHOLIAH

Nrp.3512 100 004

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Lalu Muhamad Jaelani, ST., M.Sc., Ph.D.

NIP. 19801221 2003 12 1 001

Drs. Salam Tarigan, M.Si

NIP. 19530612 1984 03 1 003



(msl mrf 3)

SURABAYA, JULI 2016

**ANALISIS PADATAN TERSUSPensi DAN
KECERAHAN PERAIRAN UNTUK PENDUGAAN
PENCEMARAN AIR LAUT MENGGUNAKAN
LANDSAT 8
(Studi Kasus : Perairan Bintan, Kepulauan Riau)**

Nama : Irma'atus Sholihah
NRP : 3512100004
Jurusan : Teknik Geomatika, FTSP-ITS
Pembimbing : Lalu Muhamad Jaelani, ST., M.Sc., Ph.D
: Drs. Salam Tarigan, M.Si

Abstrak

Perairan Bintan memiliki sumberdaya pesisir dan laut yang sangat potensial untuk wisata bahari dan kehidupan biota laut. Akan tetapi, adanya kegiatan manusia seperti penambangan, pembuangan limbah rumah tangga akan memberikan dampak negatif terhadap penurunan kualitas perairan dan sumberdaya pesisir. Faktor utama yang mempengaruhi kualitas perairan pada badan air pada setiap bentang lahan adalah padatan tersuspensi dan kecerahan. Pengetahuan mengenai karakteristik lingkungan perairan laut yang dicerminkan oleh nilai konsentrasi beberapa parameter kualitas air, baik secara fisika maupun kimia sangat diperlukan dalam melakukan pengendalian pencemaran perairan.

Dalam penelitian ini metode yang digunakan untuk Pendugaan pencemaran air laut adalah penginderaan jauh menggunakan citra satelit Landsat 8. Hal ini dikarenakan citra Landsat-8 dapat bekerja pada gelombang tampak dan terdapat kanal-kanal yang dapat digunakan untuk mengekstrak parameter kualitas air laut. Dalam pendugaan pencemaran air laut digunakan algoritma Parwati dan algoritma Tarigan untuk menentukan nilai TSS dan kecerahan.

Kondisi parameter kualitas air laut di Perairan Bintan masih berada pada kondisi normal sesuai dengan Keputusan

Menteri Negara Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004. Sebaran konsentrasi TSS di Perairan Bintan memiliki rentang nilai 0-45 mg/l, sedangkan sebaran kecerahan Perairan Bintan memiliki rentang nilai 3-6 meter. Berdasarkan hasil analisis terhadap parameter kualitas air laut di perairan Bintan, disimpulkan wilayah perairan Bintan tidak mengalami pencemaran.

Kata Kunci :Estimasi konsentrasi, Kecerahan, Landsat 8, TSS

**ANALYSIS OF SUSPENDED SOLIDS AND
TRANSPARENCY WATER USING LANDSAT 8 TO
ESTIMATE MARINE POLLUTION
(Case Study : Bintan Waters, Riau Island)**

Name : Irma'atus Sholihah
NRP : 3512100004
Major : Geomatics Engineering, FTSP-ITS
Advisor : Lalu Muhamad Jaelani, ST., M.Sc., Ph.D
Drs. Salam Tarigan, M.Si

Abstract

Bintan waters have coastal and ocean resources are very potential for marine tourism and marine life. However, the existence of human activities such as mining, household waste disposal will give negative impact on decreasing the quality of the waters and coastal resources. The main factors that affect the quality of the waters on a body of water on each span of land were suspended solids and transparency. Knowledge of the characteristics of the aquatic environment of the sea reflected by the value of the concentrations of several water quality parameters, either in physics or chemistry is indispensable in controlling the pollution of the waters.

In this research, the methods used for the Prediction of water pollution of the sea is a remote sensing using satellite images Landsat 8. This is because the image of Landsat-8 can work on the wave looks and there are several channels that can be used to extract the parameters the quality of sea water. In sea water pollution prediction used Parwati algorithm and Tarigan algorithm to determine values of TSS and transparency.

The condition of the sea water quality parameters in Bintan Waters is still under normal conditions in accordance with the decision of the Minister of State for the environment No. 51 in

2004. TSS concentration distribution in Bintan Waters has a range of values from 0 to 45 g/m³, whereas the distribution of transparency value ranges having Bintan Waters 3-6 metres. Based on the results of the analysis of sea water quality parameters in the waters of Bintan, Bintan waters region concluded it does not suffer the pollution.

Keywords: Estimation of concentration, TSS, Transparency

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| DAFTAR ISI | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| DAFTAR TABEL | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.5 Manfaat penelitian..... | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| 2.1 Definisi Pencemaran Laut | 5 |
| 2.2 Parameter Kualitas Air | 6 |
| 2.2.1 Parameter Penelitian | 6 |
| 2.3 Penginderaan Jauh..... | 8 |
| 2.3.1 Pengertian dan Konsep Dasar | 8 |
| 2.3.2 Penginderaan Jauh Untuk Perairan | 9 |
| 2.4 Citra Landsat 8 | 11 |
| 2.5 Koreksi Untuk Data Landsat 8 | 14 |
| 2.5.1 Koreksi Radiometrik | 14 |
| 2.5.2 Koreksi Geometrik | 16 |
| 2.6 Metode Penginderaan Jauh untuk Estimasi Parameter... | 17 |
| 2.6.1 Algoritma Estimasi Kecerahan | 17 |
| 2.6.2 Algoritma Estimasi TSS..... | 18 |
| 2.7 Uji Akurasi | 20 |
| 2.8 Penelitian Terdahulu..... | 20 |
| 2.8.1 Penelitian TSS dan Kecerahan Menggunakan Worldview..... | 20 |
| 2.8.2 Penelitian TSS dan Kecerahan | 21 |
| 2.8.3 Penelitian TSS dengan Landsat 8..... | 21 |
| 2.8.1 Penelitian Pengaruh TSS di Bintang Timur | 22 |
| BAB III METODOLOGI | 23 |
| 3.1 Lokasi Penelitian | 23 |
| 3.2 Data dan Peralatan..... | 25 |

| | |
|--|-----------|
| 3.2.1 Peralatan..... | 25 |
| 3.2.2 Data | 25 |
| 3.3 Metodologi Penelitian | 26 |
| 3.3.1 Tahap Penelitian..... | 26 |
| 3.3.2 Tahap Pengolahan Data..... | 27 |
| BAB IV HASIL DAN ANALISA..... | 31 |
| 4.1 Koreksi Citra Landsat 8..... | 31 |
| 4.1.1 Kalibrasi Radiometrik (Radian-Sensor) | 31 |
| 4.1.2 Koreksi Atmosfer (Reflektan-Permukaan)..... | 32 |
| 4.2 Uji Akurasi | 33 |
| 4.2.3 Uji Akurasi Estimasi TSS dengan Data In situ | 33 |
| 4.2.3 Uji Akurasi Estimasi Kecerahan dengan Data In situ | 35 |
| 4.3 Hasil Konsentrasi Parameter | 37 |
| 4.3.1 Hasil Konsentrasi TSS | 37 |
| 4.3.2 Hasil Konsentrasi Kecerahan | 39 |
| 4.4 Peta Pendugaan Pencemaran | 40 |
| BAB V PENUTUP..... | 43 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 43 |
| 5.2 Saran..... | 44 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 45 |
| BIODATA PENULIS..... | 49 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Proses Perekaman Sensor Penginderaan Jauh | 8 |
| Gambar 2.2 Ilustrasi Sensor Landsat 8..... | 12 |
| Gambar 2.3 Kurva Reflektansi Berbagai Objek..... | 17 |
| Gambar 2.4 Hubungan Radiasi pantulan Matahari | 19 |
| Gambar 3.1 Lokasi Penelitian | 23 |
| Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian..... | 26 |
| Gambar 3.3 Tahapan Pengolahan Data | 28 |
| Gambar 4.1 Lokasi Stasiun Pengamatan | 24 |
| Gambar 4.2 Kurva Nilai Radian-sensor | 31 |
| Gambar 4.3 Kurva Nilai Radian-sensor | 32 |
| Gambar 4.4 Kurva Nilai Reflektan-permukaan..... | 33 |
| Gambar 4.5 Peta Sebaran Konsentrasi TSS | 37 |
| Gambar 4.6 Peta Sebaran Kecerahan | 39 |
| Gambar 4.7 Peta Pendugaan Pencemaran | 40 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Klasifikasi Padatan | 7 |
| Tabel 2.2 Panjang Gelombang Landsat 8..... | 12 |
| Tabel 2.3 Parameter Pemrosesan Produk Citra Landsat 8 | 13 |
| Tabel 2.4 Aplikasi Kanal Landsat 8 | 13 |
| Tabel 2.5 Data Koordinat Stasiun Pengamatan | 24 |
| Tabel 2.6 Nilai Koefisien Parameter 6SV | 32 |
| Tabel 2.7 Data insitu dan Konsentrasi TSS Tiga Algoritma | 34 |
| Tabel 2.8 Hasil Uji NMAE..... | 35 |
| Tabel 2.9 Data in situ dan Estimasi kecerahan..... | 35 |
| Tabel 2.10 Hasil Uji NMAE..... | 36 |

Foundation yang bergerak dibidang kristologi. Selain mengikuti kegiatan tersebut penulis juga bekerja sebagai tenaga freelance di PDPM ITS. Untuk menyelesaikan studi sarjananya penulis memilih tugas akhir di bidang keahlian *Remote Sensing* dengan judul “Analisis TSS dan Kecerahan Perairan untuk Pendugaan Pencemaran Air Laut Menggunakan Landsat 8 Studi Kasus Perairan Bintan, Kepulauan Riau.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kabupaten Bintan merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Kepulauan Riau yang terdiri dari 240 pulau-pulau kecil serta memiliki sumberdaya pesisir dan laut yang sangat potensial baik untuk pariwisata maupun untuk biota laut. Wilayah pesisir kabupaten Bintan memiliki ekosistem terumbu karang seluas 17.394,83 ha (DKP, 2007 dalam (Adriman et al., 2013). Di kawasan pesisir bintan terdapat kawasan *Coral Reef Rehabilitation and Management Program (COREMAP)* yang terletak di kecamatan Gunung Kijang dan Bintan (Adriman et al., 2013). Akan tetapi, berbagai kegiatan manusia seperti kegiatan penambangan bauksit, granit dan pasir darat telah berdampak negatif terhadap sumberdaya pesisir. Menurut Burke et al.(2002) dalam (Adriman et al., 2013) Biota laut di Asia Tenggara termasuk Indonesia terancam akibat pembangunan di wilayah pesisir dan akibat sedimentasi serta pencemaran dari darat.

Faktor utama yang mempengaruhi kualitas perairan pada badan air pada setiap bentang lahan adalah padatan tersuspensi (TSS, *Total Suspended Sediment*), kekeruhan air, kecerahan (transparansi), algae (klorofil, karotenoid, dll), kimia (unsur hara, pestisida, besi, dll), material organik terlarut, suhu permukaan air, tumbuhan air, bakteri pathogen, dan minyak (Makarim N. , 2004). Faktor – faktor tersebut merubah karakteristik pantulan atau pancaran suhu air yang dapat diukur dan dideteksi menggunakan teknik penginderaan jauh (Lillesand & Kiefer, 1979). Pada umumnya faktor kimia dan bakteriologi tidak secara langsung mempengaruhi perubahan karakteristik spektral pantulan atau pancaran air, sehingga hanya dapat diketahui pengaruhnya secara tidak langsung melalui parameter kualitas air lainnya yang terpengaruh oleh faktor kimia atau bakteriologi tersebut.

Pengetahuan mengenai karakteristik lingkungan perairan laut yang dicerminkan oleh nilai konsentrasi beberapa parameter

kualitas air, baik secara fisika maupun kimia sangat diperlukan dalam merancang pengelolaan dan pengendalian pencemaran perairan tersebut. Penilaian ini pada dasarnya dilakukan dengan membandingkan nilai parameter kualitas air laut dari hasil pengukuran di lapangan dengan baku mutu perairan sesuai peruntukannya yang berlaku di Indonesia yakni mengacu pada Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk berbagai kepentingan perairan.

Pada penelitian ini digunakan data citra landsat 8 dan data pengukuran lapangan dari Oceanografi-LIPI. Data landsat dipilih karena area studi tidak begitu luas dan memiliki resolusi spasial yang baik, yaitu 30 meter. Algoritma yang digunakan dalam penelitian ini adalah algoritma existing beberapa peneliti. Kemudian data tersebut divalidasi dan diuji akurasi dengan regresi linear sederhana.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang diangkat dalam penelitian tugas akhir ini yaitu:

- a. Bagaimana memperoleh informasi TSS dan kecerahan perairan menggunakan Landsat 8.
- b. Bagaimana hasil akurasi algoritma parameter TSS dan kecerahan terhadap data lapangan.
- c. Bagaimana kualitas perairan Bintang Timur berdasarkan Baku Mutu No. 51 Tahun 2004.
- d. Bagaimana pendugaan pencemaran di perairan Bintang Timur.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang akan dibahas dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Data citra yang digunakan adalah citra landsat 8 perekaman tanggal 5 September 2015.
- b. Data in situ yang digunakan sebagai uji akurasi adalah data pengukuran lapangan dari Pusat Oceanografi LIPI pada tanggal 3 september 2015.

- c. Daerah penelitian wilayah perairan Bintang Timur, Kepulauan Riau.
- d. Parameter kualitas perairan yang digunakan adalah TSS dan kecerahan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan dalam penelitian tugas akhir ini adalah:

- a. Mengetahui hasil sebaran konsentrasi TSS dan kecerahan perairan Menggunakan Citra Landsat 8.
- b. Mengetahui hasil akurasi algoritma TSS dan kecerahan terhadap data lapangan.
- c. Mengetahui kualitas perairan di wilayah Bintang Timur berdasarkan Baku Mutu No 51 Tahun 2004.
- d. Mengetahui daerah di perairan Bintang Timur yang mengalami pencemaran

1.5 Manfaat penelitian

Adapun manfaat dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

- a. Mendapatkan informasi konsentrasi TSS dan kecerahan perairan di wilayah perairan Bintang Timur menggunakan data citra Landsat 8.
- b. Mendapatkan informasi kondisi perairan Bintang Timur
- c. Mendapatkan hasil akurasi algoritma TSS dan kecerahan di perairan Bintang Timur, Kepulauan Riau.
- d. Rekomendasi kepada Dinas Pariwisata dan Lembaga Konservasi Biota Laut untuk acuan daerah perairan masih sesuai dengan Baku Mutu No. 51 Tahun 2004.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Pencemaran Laut

Definisi pencemaran laut menurut Peraturan Pemerintah No.19/1999 tentang Pengendalian Pencemaran dan/atau Perusakan Laut adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan laut oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan laut tidak sesuai lagi dengan baku mutu dan/atau fungsinya (Sopiani, 2014).

Baku mutu air laut adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya didalam air laut (Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2004)

Pencemaran laut atau *marine pollution* merupakan salah satu masalah yang mengancam bumi saat ini. Pencemaran atas laut terus dibicarakan dalam konteks perbaikan lingkungan hidup internasional. Perlindungan laut terhadap pencemaran sendiri merupakan upaya melestarikan warisan alam. Sementara tindakan melestarikan warisan alam adalah memberikan prioritas pada nilai selain ekonomis, nilai keindahan alam, nilai penghormatan terhadap sesuatu yang tidak diciptakan sendiri (Sopiani, 2014).

Air laut adalah suatu komponen yang berinteraksi dengan lingkungan daratan, tempat buangan limbah dari daratan, tempat buangan limbah dari daratan akan bermuara ke laut. Selain itu, air laut juga sebagai tempat penerimaan polutan (bahan cemar) yang jatuh dari atmosfer (Sopiani, 2014). Limbah yang mengandung polutan tersebut kemudian masuk ke dalam ekosistem perairan pantai dan laut. Sebagian larut dalam air, sebagian tenggelam ke dasar dan terkonsentrasi ke sedimen, dan sebagian masuk ke dalam jaringan tubuh organisme laut (termasuk fitoplankton, ikan, udang, cumi-cumi, kerang, rumput laut dan lain-lain) (Sopiani, 2014).

2.2 Parameter Kualitas Air

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup tentang Baku Mutu Air Laut(2004) parameter kualitas air laut dibagi menjadi tiga, yaitu :

a. Parameter Fisika

Parameter fisika adalah salah satu parameter yang digunakan untuk mengukur kadar kualitas air yang berhubungan dengan fisika (Sp, 2013). Parameter fisika yang biasa digunakan untuk menentukan kualitas air laut adalah kecerahan, kebauan, padatan tersuspensi, sampah, suhu, lapisan minyak(Menteri Negara Lingkungan Hidup,2004)

b. Parameter Kimia

Parameter kimia adalah parameter yang sangat penting untuk menentukan air tersebut dikatan baik atau tidak dalam budidaya perikanan (Sp, 2013). Parameter kimia yang biasa digunakan dalam menentukan kualitas air laut adalah Ph, salinitas, Ammonia total($\text{NH}_3\text{-N}$), sulfida (H_2S), hidrokarbon total, senyawa fenol total, PCB (poliklor bifenil), surfaktan (deterjen), minyak dan lemak, serta TBT (tri butil tin) (Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2004).

c. Parameter Logam Terlarut

Parameter logam terlarut yang biasa digunakan untuk menentukan kualitas air laut adalah raksa (Hg), kadmium (Cd), Tembaga (Cu), Timbal (Pb), Seng (Zn) (Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2004).

d. Parameter Biologi

Parameter biologi adalah parameter yang digunakan untuk mengetahui kepadatan biota di dalam air. Biota tersebut seperti plankton, benthos, periflon, bakteri maupun biota laut lainnya (Sp, 2013). Parameter biologi yang biasa digunakan adalah coliform total (Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2004).

2.2.1 Parameter Penelitian

Dalam penelitian ini parameter kualitas air yang digunakan adalah parameter fisika berupa :

a. Padatan Tersuspensi

Padatan tersuspensi yang mengacu pada *Glossary of Geologi* dari Bates and Jackson (1987) adalah kandungan sedimen yang terdapat dalam air selama waktu tertentu yang terdiri dari *silt*, *clay*, dan *sand*, dimana sedimen ini terlepas dan tidak berhubungan dengan dasar perairan. Padatan tersuspensi akan mempengaruhi tingkat kekeruhan air dan intensitas cahaya matahari yang masuk ke perairan. Konsentrasi sedimen yang tinggi ini menghalangi penetrasi cahaya matahari sehingga menyebabkan berkurangnya aktifitas fotosintesis dari fitoplankton dan algae (Rifardi, 2012). Padatan tersuspensi adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal 2 μ m atau lebih besar dari ukuran partikel koloid (Badan Standardisasi Nasional, 2004).

Tabel 2.1 Klasifikasi Padatan
Sumber :(Effendi, 2003)

| Klasifikasi padatan | Ukuran diameter (μ m) | Ukuran diameter(nm) |
|---------------------|----------------------------|-----------------------|
| Padatan terlarut | $<10^{-3}$ | $<10^{-6}$ |
| Koloid | 10^{-3} -1 | 10^{-6} - 10^{-3} |
| Padatan tersuspensi | >1 | $>10^{-3}$ |

Nilai TSS umumnya semakin rendah ke arah laut. Hal ini disebabkan padatan tersuspensi tersebut disuplai oleh daratan melalui aliran sungai. Keberadaan padatan tersuspensi masih bisa berdampak positif apabila tidak melebihi toleransi sebaran suspensi baku mutu kualitas perairan yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup (2004).

b. Kecerahan

Kecerahan air tergantung pada warna dan kekeruhan. Kecerahan merupakan ukuran transparansi perairan, yang ditentukan secara visual dengan menggunakan *secchi disk*. *Secchi disk* dikembangkan oleh Profesor Secchi pada sekitar 19, yang berusaha menghitung tingkat kekeruhan air secara kuantitatif. Menurut Jeffries dan Mills tahun 1996 mengatakan

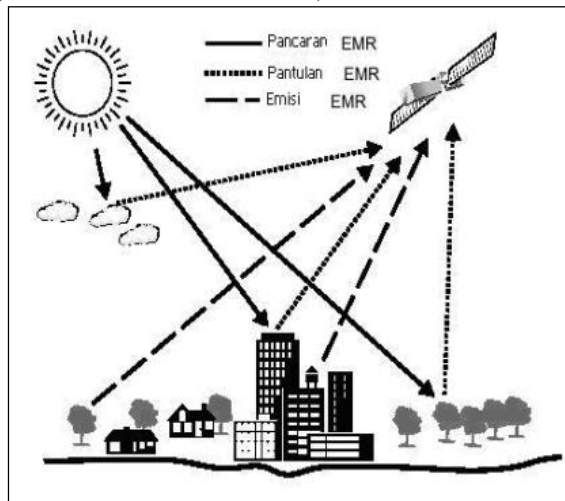
bahwa tingkat kekeruhan air tersebut dinyatakan dengan suatu nilai yang dikenal dengan kecerahan secchi disk (Effendi, 2003).

Nilai kecerahan dinyatakan dalam satuan meter. Nilai ini sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan, dan padatan tersuspensi, serta ketelitian orang yang melakukan pengukuran. Pengukuran kecerahan sebaiknya dilakukan pada saat cuaca cerah (Effendi, 2003).

2.3 Penginderaan Jauh

2.3.1 Pengertian dan Konsep Dasar

Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu obyek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah, atau fenomena yang dikaji (Liliesand and Kiefer, 1990).



Gambar 2.1 Proses Perekaman Sensor Penginderaan Jauh
(Sumber : Modul Penginderaan Jauh)

Karakteristik dari obyek atau area tersebut jika diasosiasikan dengan tingkatan energi elektromagnetiknya, dapat

memberikan gambaran mengenai cara untuk mengidentifikasi, membatasi, dan membedakan diantara mereka. Dikarenakan karakteristik elektromagnetik dari obyek - obyek tersebut dikumpulkan menggunakan instrumen penginderaan jauh yang dipasang pada pesawat terbang atau satelit yang mengorbit bumi, penginderaan jauh juga memberikan peluang untuk merekam area atau wilayah yang luas dengan hanya sebuah pengamatan tunggal (Liliesand and Kiefer, 1990).

Empat komponen dasar dari sistem penginderaan jauh adalah target, sumber energi, alur transmisi, dan sensor. Komponen dalam sistem ini berkerja bersama untuk mengukur dan mencatat informasi mengenai target tanpa menyentuh obyek tersebut. Sumber energi yang menyinari atau memancarkan energi elektromagnetik pada target mutlak diperlukan. Energi berinteraksi dengan target dan sekaligus berfungsi sebagai media untuk meneruskan informasi dari target kepada sensor. Sensor adalah sebuah alat yang mengumpulkan dan mencatat radiasi elektromagnetik. Setelah dicatat, data akan dikirimkan ke stasiun penerima dan diproses menjadi format yang siap pakai, diantaranya berupa citra. Citra ini kemudian diinterpretasi untuk menyarikan informasi mengenai target. Proses interpretasi biasanya berupa gabungan antara visual dan *automatic* dengan bantuan komputer dan perangkat lunak pengolah citra (Liliesand and Kiefer, 1990).

Data penginderaan jauh sejatinya bersifat geospasial, artinya area dan obyek yang diamati, memiliki referensi terhadap lokasi geografisnya di dalam sistem koordinat geografis, sehingga mereka dapat ditemukan lokasinya pada sebuah peta (Liliesand and Kiefer, 1990).

2.3.2 Penginderaan Jauh untuk Perairan

Pada umumnya, sebagian besar sinar matahari yang masuk ke tubuh air jernih diserap pada kedalaman kurang lebih dua meter dari permukaan. Tingkat serapan sangat tergantung dengan panjang gelombang. Material yang terkandung di dalam

air dapat secara signifikan merubah karakteristik hamburan balik air tersebut. Teknik penginderaan jauh ialah berdasarkan kepada kemampuan untuk mengukur perubahan pada karakteristik spektral yang dipantulkan dari air dan kemudian membandingkan hasil pantulan tersebut dengan parameter kualitas air. Panjang gelombang yang dapat dengan baik digunakan untuk mengukur parameter kualitas air tergantung kepada material yang hendak diukur atau diketahui, konsentrasinya, dan karakteristik sensor penginderaan jauh yang digunakan (Liliesand and Kiefer, 1990).

Penginderaan jauh menyuguhkan kenampakan secara spasial dan temporal dari parameter kualitas air sebuah tubuh air yang tidak dapat diperoleh melalui pengukuran *in situ* secara langsung di lapangan, sehingga mampu untuk mengamati, mengidentifikasi dan mengkuantifikasi parameter kualitas air beserta permasalahannya secara efektif dan efisien. Perkembangan teknik penginderaan jauh yang digunakan untuk mengamati kualitas air telah dimulai sejak tahun 1970-an. Pada masa tersebut teknik yang digunakan adalah dengan mengukur perbedaan pantulan dan pancaran energi elektromagnetik suatu tubuh air, dan kemudian mencari hubungan antara karakteristik spektral dengan parameter kualitas air (Liliesand and Kiefer, 1990).

Padatan tersuspensi dan terlarut di permukaan air, dapat merubah warna air tersebut. Air jernih memiliki warna biru, air yang kaya akan humus berwarna kuning, dan air keruh memiliki warna bervariasi tergantung dari campuran material yang masuk ke dalamnya berkisar antara biru-hijau atau coklat-merah. Air jernih hanya memantulkan sedikit dari pancaran sinar matahari yang mengenainya, sehingga nilai pantulannya terhitung rendah. Pantulan air memiliki nilai tertinggi pada spektrum biru dan semakin menurun ketika panjang gelombang meningkat (Liliesand and Kiefer, 1990).

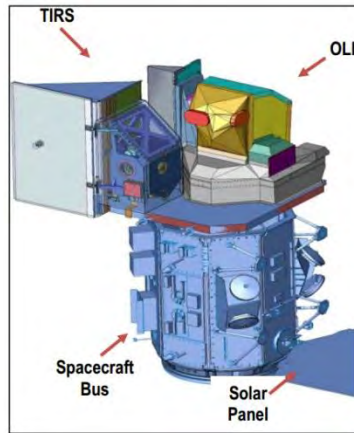
Panjang gelombang inframerah pantulan diserap pada lapis tipis beberapa desimeter dan menghasilkan rona citra yang

sangat gelap pada foto udara meskipun di perairan dangkal. Untuk informasi dasar perairan jernih penetrasi cahaya terjadi pada panjang gelombang antara 0,48 μm dan 0,60 μm (Liliesand and Kiefer, 1990).

2.4 Citra Landsat 8

Landsat 8 merupakan satelit penginderaan jauh generasi penerus Landsat 7 yang diluncurkan pada tanggal 11 Februari 2013 yang merupakan kerjasama antara *U.S. Geological Survey (USGS)* dan *National Aeronautics and Space Administration (NASA)*, memiliki tujuan untuk mengamati atau memantau penggunaan lahan dan perubahan penutup lahan (Department Of The Interior U.S. Geological Survey, 2016).

Satelit Landsat 8 dibuat oleh *Orbital Sciences Corporation*, memiliki masa operasi selama 5 tahun, namun mampu untuk beroperasi selama 10 tahun. Sensor utama Landsat 8 adalah *Operational Land Imager (OLI)* yang memiliki fungsi untuk mengumpulkan data di permukaan Bumi dengan spesifikasi resolusi spasial dan spektral yang berkonsistensi dengan data Landsat sebelumnya (Department Of The Interior U.S. Geological Survey, 2016). Didesain dalam sistem perekaman sensor *push-broom* dengan empat teleskop cermin, performa *signal-to-noise* yang lebih baik, dan penyimpanan dalam format kuantifikasi 12-bit. OLI merekam citra pada spektrum panjang gelombang tampak, inframerah dekat, dan inframerah tengah yang memiliki resolusi spasial 30 meter, serta kanal pankromatik yang memiliki resolusi spasial 15 meter. Dua kanal spektral baru ditambahkan dalam sensor OLI ini, yaitu kanal *deep-blue* untuk kajian perairan laut dan aerosol, serta sebuah kanal untuk mendeteksi awan cirrus. Kanal *quality assurance* juga ditambahkan untuk mengindikasikan keberadaan bayangan medan, awan, dan lain – lain (Department Of The Interior U.S. Geological Survey, 2016).



Gambar 2.2 Ilustrasi Sensor Landsat 8

Sumber: (Department Of The Interior U.S. Geological Survey 2016)

Tabel 2.2 Panjang Gelombang Landsat 8

Sumber: (Department Of The Interior U.S. Geological Survey, 2016)

| Kanal | Panjang Gelombang (μm) | Resolusi Spasial (m) |
|---------------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| Kanal 1 – Pesisir dan Aeorosol | 0,43-0,45 | 30 |
| Kanal 2 – Biru | 0,45-0,51 | 30 |
| Kanal 3 – Hijau | 0,53-0,59 | 30 |
| Kanal 4 – Merah | 0,64-0,67 | 30 |
| Kanal 5 – Inframerah Dekat | 0,85-0,88 | 30 |
| Kanal 6 – SWIR 1 | 1,57-1,65 | 30 |
| Kanal 7 – SWIR 2 | 2,11-2,29 | 30 |
| Kanal 8 – Pankromatik | 0,50-0,68 | 15 |
| Kanal 9 – Cirrus | 1,36-1,38 | 30 |
| Kanal 10 – Inframerah Thermal 1 | 10,60-11,19 | 100 |
| Kanal 11 – Inframerah Thermal 2 | 11,50-12,51 | 100 |

Tabel 2.3 Parameter Pemrosesan Produk Citra Landsat 8
 Sumber: (Department Of The Interior U.S. Geological Survey, 2016)

| Jenis Produk | Level 1T (Terkoreksi Medan) |
|---------------------|---|
| Jenis Data | 16-bit <i>unsigned Integer</i> |
| Format Data | GeoTIFF |
| Ukuran Pixel | 15 M/ 30M/ 100M (Pankromatik/ multispektral/ thermal) |
| Sistem Proyeksi | UTM (<i>Polar Stereographic</i> untuk Antartika) |
| Datum | WGS 84 |
| Orientasi | <i>North-up</i> (peta) |
| Resampling | <i>Cubic Convolution</i> |
| Akurasi | OLI: 12 meter <i>Circular error</i> , keyakinan 90% TIRS :41 meter <i>Circular Error</i> , keyakinan 90% |

Tabel 2.4 Aplikasi Kanal Landsat 8
 Sumber: (Department Of The Interior U.S. Geological Survey, 2016)

| Kanal | Panjang Gelombang (μm) | Contoh Aplikasi |
|-----------------------------|---|--|
| Kanal 1 – Pesisir & Aerosol | 0,43-0,45 | Kajian pesisir dan aerosol |
| Kanal 2 - Biru | 0,45-0,51 | Pemetaan batimetri, membedakan antara tanah dan vegetasi, atau pohon semusim dan berdaun jarum |
| Kanal 3 – Hijau | 0,53-0,59 | Analisa pantulan puncak vegetasi yang bermanfaat untuk menilai kekuatan tumbuhan |
| Kanal 4-Merah | 0,64-0,67 | Analisis perubahan vegetasi |
| Kanal 5- Inframerah Dekat | 0,85.-0,88 | Analisis kandungan biomassa dan garis pantai |
| Kanal 6-SWIR 1 | 1,57-1,65 | Membedakan kelembapan tanah dan vegetasi dengan lebih baik; mampu menembus awan tipis |

| Kanal | Panjang Gelombang (μm) | Contoh Aplikasi |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
| Kanal 7-SWIR 2 | 2,11-2,29 | Membedakan kelembapan tanah dan vegetasi dengan lebih baik, mampu menembus awan tipis |
| Kanal 8-Pankromatik | 0,50-0,68 | Resolusi spasial 15 m, hasil perekaman yang lebih tajam |
| Kanal 9- Cirrus | 1,36 -1,38 | Mendeteksi awan cirrus dan kontaminasi |
| Kanal10-Inframerah Thermal 1 | 10,60 – 11,19 | Resolusi spasial 100 m, pemetaan suhu dan estimasi kelembapan tanah |
| Kanal11-Inframerah Thermal (TIRS) 2 | 11,5-12,51 | Resolusi spasial 100 m, pemetaan suhu dan estimasi kelembapan tanah |

2.5 Koreksi untuk Data Landsat 8

Pada saat ditransmisikan ke bumi data landsat 8 mengalami distorsi dengan berbagai cara. Secara radiometrik, nilai digital tidak selalu tepat dalam kaitannya dengan tingkat energi obyek secara geometrik maka letak kenampakan pada citra tidak benar. Teknik koreksi berfungsi untuk memperkecil distorsi dan membuat data citra yang lebih bermanfaat dalam analisis. Karena data landsat disajikan dalam bentuk numerik maka dimungkinkan untuk menggunakan teknik koreksi dengan ketelitian tinggi menggunakan komputer (Liliesand and Kiefer, 1979)

2.5.1 Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik dibutuhkan untuk merubah data dari format DN ke format radian atau reflektan. Terdapat dua jenis produk luaran citra berformat reflektan yang dihasilkan, yaitu *Top of Atmosphere* (TOA) atau reflektan yang tertangkap sensor dan *Bottom of Atmosphere* (BOA) atau reflektan pada objek

yang telah terkoreksi atmosfer (Sari, Taufik, and Jaelani, 2015). Koreksi radiometrik terbagi menjadi dua proses yaitu :

a. Kalibrasi radiometrik

Kalibrasi radiometrik bertujuan untuk merubah DN ke radian atau reflektan menggunakan parameter yang tersedia dalam *metadata* (Jaelani, Setiawan, dan Matsushita, 2015). Untuk menghasilkan data dalam format reflektan TOA ($\rho\lambda$) digunakan persamaan :

$$\rho(\lambda) = (M_{\rho}Q_{cal} + A_{\rho})/\sin(\theta_{SE}) \quad (2.1)$$

$\rho(\lambda)$ merupakan reflektan TOA terkoreksi sudut matahari, M_{ρ} adalah *reflectance_Mult_band_x*, A_{ρ} adalah *reflectance_add_band_x*, Q_{cal} adalah *digital number* (DN), θ_{SE} adalah *sun_elevation* (Department Of The Interior U.S. Geological Survey, 2016).

Sedangkan untuk merubah dari DN ke radian $L(\lambda)$, digunakan persamaan :

$$L(\lambda) = M_L Q_{cal} + A_L \quad (2.2)$$

Dimana $L(\lambda)$ merupakan radian TOA, M_L adalah *radiance_Mult_band_x*, A_L adalah *radiance_Add_Band_x*, Q_{cal} adalah *digital number* (DN) (Department Of The Interior U.S. Geological Survey, 2016).

b. Koreksi atmosfer

Koreksi atmosfer bertujuan menurunkan reflektansi objek dari total radiansi TOA setelah proses normalisasi kondisi pencahayaan dan dan penghapusan efek atmosfer. Pada penelitian ini citra landsat dikoreksi dengan menggunakan parameter koreksi dari hasil simulasi menggunakan *Second Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum Vector* (6SV) (vermote, dkk, 1997 dalam Sari, Taufik, and Jaelani,

2015). Reflektan terkoreksi atmosfer diturunkan dari radian-sensor menggunakan persamaan :

$$y = xa \times (L\lambda) - xb \quad (2.3)$$

$$acr = y/(1. +xc \times y) \quad (2.4)$$

acr merupakan reflektan terkoreksi atmosfer (*Atmospheric Corrected Reflectance*), $L(\lambda)$ adalah citra berformat radian, xa xb xc adalah parameter koreksi yang diperoleh dari perangkat lunak 6SV berbasis web yang ada di <http://6s.ltdri.org/>.

2.5.2 Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik bertujuan untuk menyesuaikan koordinat piksel pada citra dengan koordinat Bumi di bidang datar. Citra yang belum terkoreksi akan memiliki kesalahan geometris (Jaelani, 2014). Kesalahan geometris terdiri dari :

a. Kesalahan sistematis

Kesalahan sistematis atau *systematic geometric errors* disebabkan oleh kesalahan pada sensor. Untuk memperbaiki hal tersebut diperlukan informasi sensor dan data ephemeris saat pemotretan (Jaelani, 2014).

b. Kesalahan acak

Kesalahan acak atau *non-systematic geometric errors*) disebabkan oleh orbit dan perilaku satelit serta efek rotasi bumi. Untuk mengoreksinya diperlukan sebuah proses yang dikenal dengan istilah *image to map rectification*. Proses ini memerlukan titik kontrol tanah (*Ground Control Point*, GCP) untuk menyesuaikan koordinat piksel pada citra dengan koordinat objek yang sama di bidang datar peta (Bumi) (Jaelani, 2014).

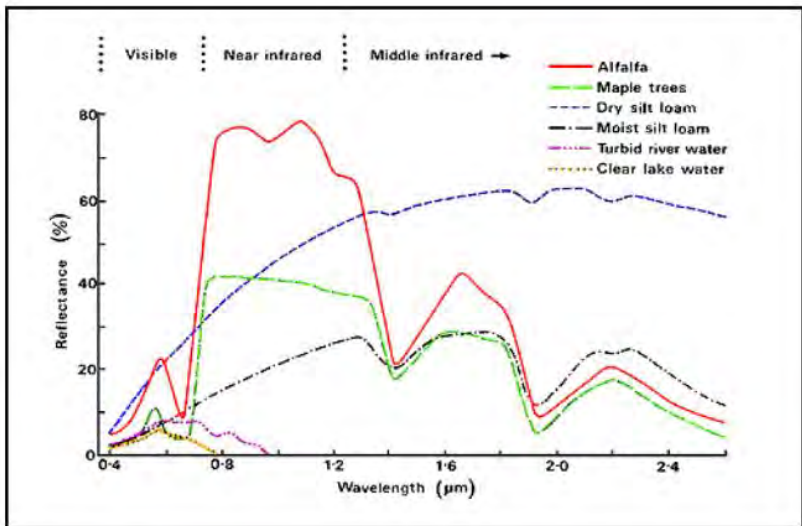
Namun, data Landsat 8 L1T tidak perlu dilakukan koreksi geometrik tersebut karena data landsat 8 yang dilepas untuk publik telah melalui proses penyesuaian dengan menggunakan

data sensor dan ephemeris untuk mengoreksi kesalahan internalnya, sekaligus menggunakan data Titik Kontrol Tanah (GCP) dan *digital elevation model* (DEM) (Jaelani, 2014).

2.6 Metode Penginderaan Jauh untuk Estimasi Parameter

2.6.1 Algoritma Estimasi Kecerahan

Dalam citra landsat 8 memiliki panjang gelombang $0,43\mu\text{m}$ - $12,51\mu\text{m}$ yang terbagi kedalam 11 kanal yang memiliki sensitifitas terhadap objek yang berbeda-beda. Berikut adalah kurva reflektansi yang menggambarkan perbedaan sensitivitas panjang gelombang terhadap objek tertentu:



Gambar 2.3 Kurva Reflektansi Berbagai Objek
Sumber: Lillesand, dkk, 2003 dalam (Musliadi, 2013)

Menurut Jensen(1986) kurva pantulan untuk air jernih menunjukkan puncak pantulan pada spektrum biru –hijau ($0,5\mu\text{m}$ - $0,6\mu\text{m}$). Apabila kekeruhan air bertambah, maka pantulan akan meningkat signifikan pada spektrum merah dan inframerah dekat ($0,7\mu\text{m}$ - $0,8\mu\text{m}$). Semakin meningkatnya konsentrasi sedimen

tersuspensi, terjadi juga peningkatan reflektansi pada semua panjang gelombang (Musliadi, 2013).

Beberapa algoritma yang bisa digunakan untuk mendeteksi kecerahan perairan dengan citra satelit landsat 8 diberbagai perairan adalah sebagai berikut :

a. Algoritma Shodiqin (2015)

$$SDT(m) = 1000000000e^{-24,93x} \quad (2.5)$$

x adalah reflektan permukaan dari rasio log kanal 2 dengan log kanal 4 (Log kanal_biru/log kanal_merah)(Shodiqin, 2015).

b. Algoritma Salam Tarigan

$$SDT(m) = -159,73x + 57,845 \quad (2.6)$$

x merupakan kromatisi dari kanal hijau/(kanal biru+kanal hijau+kanal merah) dengan format data nilai digital (Tarigan, 2012).

c. Algoritma Chipman, dkk (2004) dalam (Shodiqin, 2015)

$$SDT(m) = 1,135 \times \frac{L1}{L2} - 3,193 \quad (2.7)$$

$L1, L2$ merupakan nilai reflektan kanal biru dan hijau

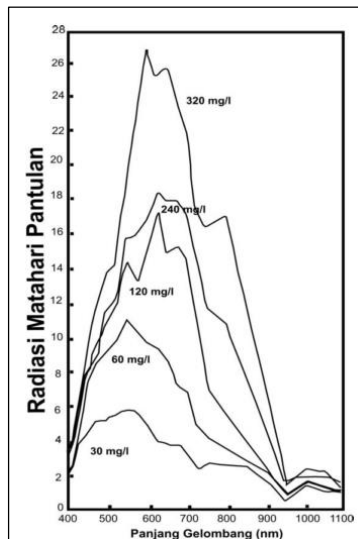
2.6.2 Algoritma Estimasi TSS

Menurut Barret dan Curtis(1982) teknologi penginderaan jauh banyak diaplikasikan untuk mempelajari kualitas perairan, salah satunya adalah TSS dan kecerahan. Kualitas perairan memiliki penetrasi cahaya yang berbeda pada daerah tertentu, dapat diketahui dengan teknik multispektral (Lestari, 2009).

Reflektan spektral merupakan persentase perbandingan jumlah energi REM yang meninggalkan objek tersebut (Liliesand and Kiefer, 1990). Pengukuran pada perairan yang mengandung konsentrasi TSS sebesar 100 mg/l pada kedalaman >30 cm menunjukkan bahwa nilai reflektansi hanya bergantung pada sifat perairan itu sendiri dan bukan merupakan fungsi dari bentuk dasar perairan (Kusumowidagdo(1987) dalam (Lestari, 2009). Menurut Robinson (1985) dalam (Lestari, 2009) reflektansi spektral atau

perbandingan reflektansi dapat dipakai untuk menduga parameter kualitas perairan.

Konsentrasi TSS yang semakin tinggi akan memiliki nilai pantulan yang semakin tinggi. Pada panjang gelombang 0,6 μ m-0,7 μ m konsentrasi TSS yang tinggi memiliki pantulan radiasi matahari yang tertinggi dan pantulan radiasi matahari semakin rendah dengan berkurangnya konsentrasi TSS di permukaan air (Lestari, 2009).



Gambar 2.4 Hubungan Radiasi pantulan Matahari
Sumber: Purbawasesa (1995) dalam (Lestari, 2009)

Beberapa algoritma yang digunakan untuk mendeteksi TSS dengan citra landsat 8 di beberapa wilayah perairan seperti berikut:

a. Algoritma Jaelani (2016) di perairan Pulau Poteran

$$\log TSS \left(\frac{mg}{l} \right) = 1,5212 \left(\frac{\log rrs(\lambda_2)}{\log rrs(\lambda_3)} \right) - 0,3698 \quad (2.8)$$

λ_2, λ_3 merupakan kanal biru dan hijau dengan format reflektan yang sudah terkoreksi atmosfer.

b. Algoritma Laili(2015) di perairan Pulau Poteran

$$TSS\left(\frac{mg}{l}\right) = 31,420 \left(\frac{\log Rrs(\lambda 2)}{\log Rrs(\lambda 4)} \right) - 12,719 \quad (2.9)$$

$\lambda 2, \lambda 4$ merupakan kanal biru dan merah dalam format reflektan yang sudah terkoreksi atmosfer.

c. Algoritma Purwati (Parwati and Purwanto, 2014)

$$TSS\left(\frac{mg}{l}\right) = 3,3238 \times \exp(34,099 \times \text{kanal merah}) \quad (2.10)$$

Kanal merah yang digunakan adalah kanal merah berformat reflektan yang sudah terkoreksi atmosfer.

2.7 Uji Akurasi

Untuk menguji akurasi antara data lapangan dan data estimasi parameter kualitas air laut, digunakan indeks *Normalized Mean Absolute Error (NMAE)* dengan syarat minimum <30% (Jaelani, Setiawan, dan Matsushita, 2015). Berikut ini merupakan persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai *NMAE*:

$$NMAE (\%) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{\text{nilai est} - \text{nilai pengukuran}}{\text{nilai pengukuran}} \right| \times 100 \quad (2.11)$$

N adalah banyak data yang digunakan.

2.8 Penelitian Terdahulu

2.8.1 Penelitian TSS dan Kecerahan Menggunakan Worldview

Berdasarkan penelitian (Shodiqin, 2016) didapatkan hasil konsentrasi TSS di perairan PLTU Paiton secara kuantitatif normal, persebarannya merata pada kisaran 5-20 mg/L. Sedangkan nilai transparansi di perairan PLTU Paiton tergolong tinggi (cerah), transparansinya mencapai kisaran 15-25 meter.

Salah satu faktor yang menyebabkan tinggi maupun rendahnya TSS dan transparansi perairan adalah *outlet canal*, *inlet canal* dan *jetty*. Dimana *outlet canal* tempat pengeluaran air hasil limbah produksi PLTU Paiton, kemudian *inlet canal* merupakan tempat masuknya air laut untuk pendingin kondensor pada PLTU Paiton, serta *jetty* tempat bersandarnya dan

pembongkaran isi kapal pembawa batu bara yang digunakan bahan bakar PLTU paiton.

2.8.2 Penelitian TSS dan Kecerahan

Menurut Lestari (2009) sumber TSS salah satunya adalah adanya masukan dari darat dan sungai. Perairan Teluk Jakarta bagian timur dipengaruhi oleh Sungai Citarum dan sungai-sungai kecil lainnya yang membawa materi-materi dari darat saat hujan dan angin bertiup dari arah timur. Sedangkan bagian barat dipengaruhi oleh sungai-sungai yang mengalir melalui kota Jakarta baik yang terpengaruh pabrik-pabrik industri ke sungai. Konsentrasi TSS yang tinggi secara tidak langsung dapat membatasi produktifitas perairan akibat partikel-partikel yang melayang di perairan menghalangi penetrasi cahaya matahari masuk ke dalam badan air, sehingga proses fotosintesis menjadi terganggu.

Dalam penelitian ini, (Lestari, 2009) menggunakan algoritma persamaan regresi linier model polynomial orde 3 untuk konsentrasi TSS dan menggunakan algoritma persamaan regresi linier model *power* untuk transparansi perairan.

Hasil konsentrasi TSS Teluk Jakarta pada musim kemarau sangat tinggi, secara kuantitatif yaitu > 100 mg/L dan $50 - 100$ mg/L pada musim hujan. Transparansi pada Teluk Jakarta pada musim kemarau dan hujan rata-rata berkisar antara 0-4 m dan 5-19 m dengan sebaran transparansi paling rendah pada musim kemarau.

2.8.3 Penelitian TSS dengan Landsat 8

Penelitian ini untuk menganalisis dinamika fluktuasi besarnya TSS dikaitkan dengan perubahan penutup/ penggunaan lahan di sepanjang DAS Berau. Ekstraksi informasi TSS menggunakan algoritma Parwati (2014). Penelitian tersebut untuk melihat kelayakan algoritma ekstraksi informasi TSS menggunakan landsat 8 LDCM. Hasil analisis menunjukkan bahwa algoritma tersebut dapat diterapkan pada data Landsat 8

LDCM dengan syarat tahapan koreksi atmosfer telah dilakukan dengan benar.

2.8.1 Penelitian Pengaruh TSS di Bintang Timur

Di kawasan Konservasi Laut Daerah (KKLD) Bintang Timur biota laut berupa terumbu karang berkembang dengan baik dan mencakup wilayah yang sangat luas hingga sepanjang 35 km. Terumbu karang dapat dijumpai mulai dari Desa Malang rapat hingga Desa Kijang. Namun, kondisi tersebut berkurang dikarenakan adanya beban sedimen melayang yang masuk ke perairan KKLD Bintang Timur yang berasal dari Sungai Kawal dan Sungai Galang Batang serta Sungai Angus. Berdasarkan data yang didapatkan pada 2010 beban sedimen di perairan Bintang Timur berasal dari di daratan, terutama dari lahan yang gundul sebesar 1,47 ton/ha/tahun. Beban sedimen (TSS) ini menyebabkan kekeruhan di perairan Bintang yang akan mengurangi cahaya matahari sampai ke dasar perairan.

BAB III

METODOLOGI

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian tugas akhir ini berada di wilayah perairan Bintang Timur Kabupaten Bintang Propinsi Kepulauan Riau pada koordinat $0^{\circ}54'45''$ LU- $1^{\circ}13'37''$ LU dan $104^{\circ}53'7''$ BT- $104^{\circ}34'37''$ BT. Kabupaten Bintang memiliki luas wilayah yang mencapai 88.038,54 Km², luas daratannya hanya 2,21%, sedangkan luas perairannya mencapai 1.946,13 Km².



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian
(Sumber: <http://www.Tanahairindonesia.com>)

Adapun stasiun pengamatan kualitas air pada perairan Bintang Timur adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1 Lokasi Stasiun Pengamatan

Tabel 2.5 Data Koordinat Stasiun Pengamatan

| Stasiun | Stasiun | |
|---------|------------|--------------|
| | LU(°) | BT (°) |
| st1 | 1,13732000 | 104,61005000 |
| st2 | 1,16543400 | 104,59706400 |
| st3 | 1,20500600 | 104,59418000 |
| st4 | 1,20561300 | 104,61139900 |
| st5 | 1,18180400 | 104,62092000 |
| st6 | 1,14810700 | 104,63308800 |
| st7 | 1,14552600 | 104,66385200 |
| st8 | 1,10603800 | 104,66900900 |
| st9 | 1,10089900 | 104,69167700 |
| st10 | 1,09892300 | 104,71322300 |

| Stasiun | Stasiun | |
|---------|------------|--------------|
| | LU(°) | BT (°) |
| st11 | 1,08947300 | 104,70409800 |
| st12 | 1,08293200 | 104,69084600 |
| st13 | 1,07742400 | 104,67413800 |
| st14 | 1,02700000 | 104,67300000 |
| st15 | 1,03954700 | 104,70035100 |
| st16 | 0,96536500 | 104,70768000 |
| st17 | 0,98175000 | 104,69285900 |
| st18 | 0,98542700 | 104,65837000 |
| st19 | 0,96155000 | 104,65543000 |
| st20 | 0,94123300 | 104,68596200 |
| st21 | 0,94293000 | 104,70182900 |
| st22 | 0,91704300 | 104,68070300 |
| st23 | 0,93748700 | 104,67424500 |

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Perangkat Lunak
 - SNAP 3Toolbox
Digunakan dalam pengolahan citra Landsat 8.
 - ArcGIS 10.3
Digunakan dalam layouting peta.

3.2.2 Data

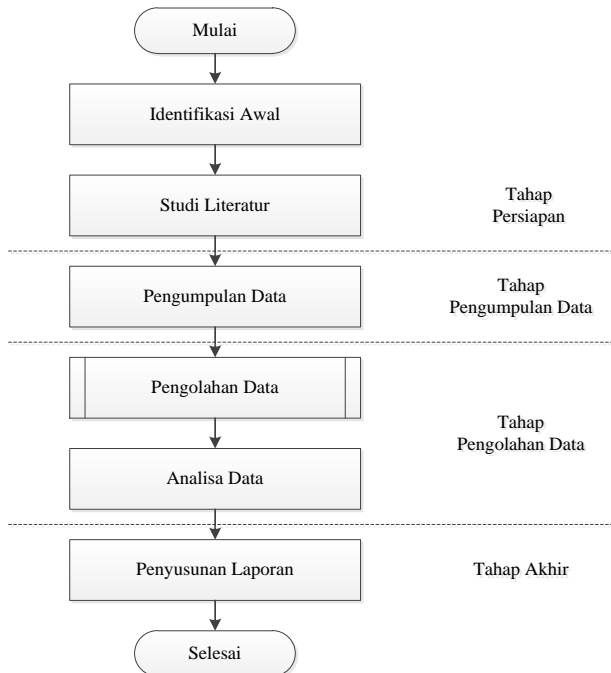
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Data Citra Landsat 8 perekaman tanggal 5 September 2015
- b. Data pengukuran lapangan kualitas air parameter TSS dan kecerahan perairan Bintan Timur sebanyak 23 titik pengamatan.

3.3 Metodologi Penelitian

3.3.1 Tahap Penelitian

Adapun tahap yang dilakukan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah seperti diagram alir dibawah ini :



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah penjelasan tahapan diagram alir dari metode penelitian:

a. Tahap Persiapan

- Identifikasi Awal

Identifikasi awal bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan. Adapun permasalahan dalam penelitian ini

adalah bagaimana memperoleh informasi TSS dan kecerahan perairan serta analisis parameter TSS dan kecerahan sebagai parameter pendugaan pencemaran perairan di Bintan Timur, Kepulauan Riau menggunakan metode penginderaan jauh dengan data citra satelit Landsat 8.

- Studi Literatur

Tahap Studi literatur bertujuan untuk mendapatkan referensi yang berhubungan dengan penelitian tugas akhir baik dari buku, jurnal, majalah, dan internet.

b. Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data-data yang diperlukan dalam penelitian tugas akhir. Data dapat berupa data tabular maupun grafis serta data penunjang lainnya yang berhubungan dengan penelitian. Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain data citra Landsat 8 perekaman tanggal 5 September 2015 wilayah Perairan Bintan Timur, Kabupaten Bintan, Propinsi Kepulauan Bintan dan data sampel lapangan komposit yang dilakukan oleh Bidang Penginderaan Jauh, Pusat Oceanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) pada tanggal 3-10 September 2015.

c. Tahap Pengolahan Data

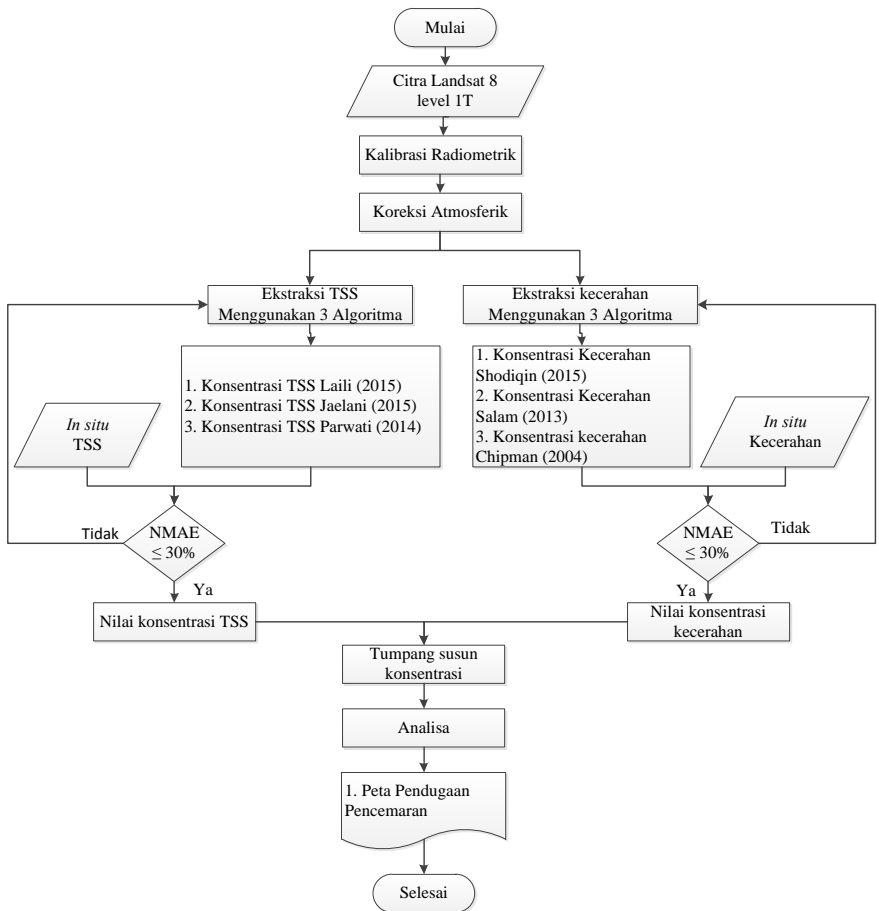
Tahap pengolahan data akan dijelaskan dalam subbab berikutnya.

d. Tahap Akhir

Tahap akhir dari penelitian ini adalah pembuatan laporan sebagai dokumentasi penelitian dan hasil.

3.3.2 Tahap Pengolahan Data

Adapun tahap pengolahan data pada penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.3 Tahapan Pengolahan Data

Keterangan tahapan pengolahan data:

a. Pengolahan Citra

- Kalibrasi Radiometrik

Dalam kalibrasi radiometrik ini bertujuan untuk mendapatkan nilai reflektan - permukaan dari nilai *digital*

number (DN) dari citra Landsat 8 dengan menggunakan algoritma (2.1), (2.2).

- Koreksi Atmosfer
Koreksi atmosfer yang dilakukan menggunakan metode 6sv (*Second Simulation of the Sensor Signal in the Sensor Spectrum-Vektor*), untuk mendapatkan parameter xa , xb , xc yang akan digunakan pada proses koreksi atmosfer menggunakan persamaan (2.3), (2.4) pada perangkat lunak SNAP 3.0 Toolbox.
- Pengolahan TSS dan kecerahan Perairan
Melakukan pengolahan citra Landsat 8 untuk mengetahui konsentrasi TSS dan kecerahan perairan dengan menggunakan algoritma pada persamaan (2.5), (2.6), (2.7), (2.8), (2.9) dan (2.10) menggunakan perangkat lunak SNAP 3.0 Toolbox.
- Uji Akurasi
Hasil ekstraksi estimasi konsentrasi TSS dan kecerahan di uji akurasi menggunakan indeks *Normalized Mean Absolute Error* (NMAE) pada persamaan (2.11).
- Analisis
Analisis data hasil pengolahan citra yaitu TSS, dan kecerahan perairan berdasarkan Baku Mutu Perairan KEPMENLH No. 51 Tahun 2004.

b. Tahap Hasil

Pada tahap akhir pada penelitian ini adalah :

- Peta sebaran konsentrasi TSS di perairan Bintan Timur
- Peta sebaran kecerahan perairan Bintan Timur
- Peta pendugaan pencemaran perairan Bintan Timur menggunakan Baku Mutu No. 51 Tahun 2004

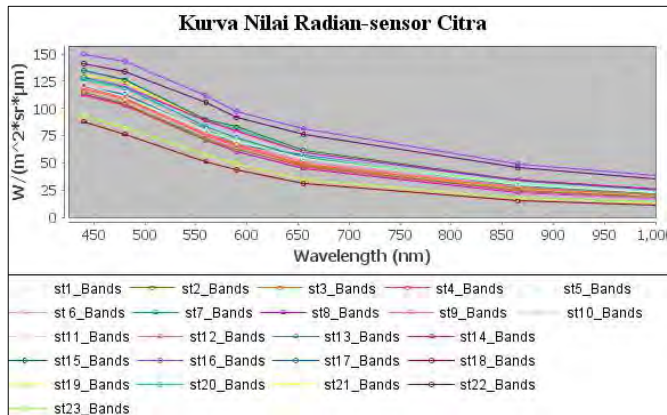
BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1 Koreksi Citra Landsat 8

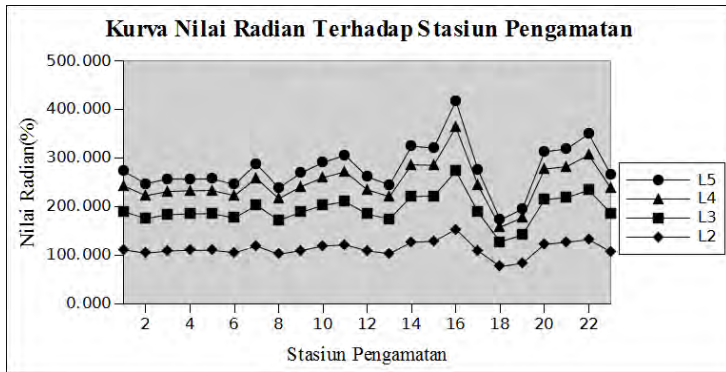
4.1.1 Kalibrasi Radiometrik (Radian-Sensor)

Kalibrasi radiometrik bertujuan untuk mengubah nilai digital piksel gambar menjadi nilai radian sensor ataupun nilai reflekan sensor. Dalam penelitian ini hanya sampai proses mengubah nilai digital menjadi nilai radian-sensor untuk digunakan dalam proses koreksi atmosfer.

Dalam perhitungan konversi nilai radian-sensor menggunakan algoritma (2.1), (2.2) sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 4.2 Kurva Nilai Radian-sensor



Gambar 4.3 Kurva Nilai Radian-sensor

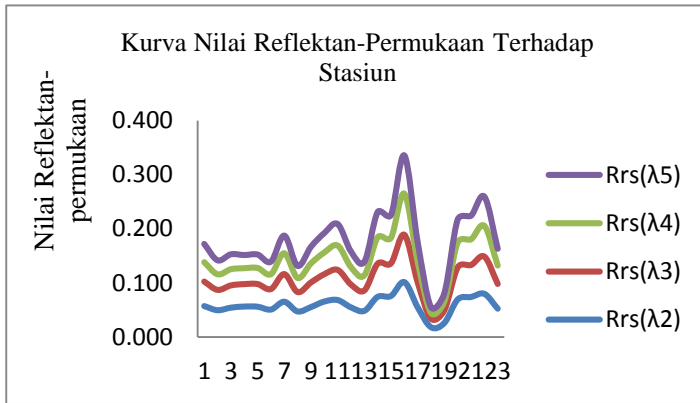
4.1.2 Koreksi Atmosfer (Reflektan-Permukaan)

Data yang terekam sensor sangat dipengaruhi oleh kondisi atmosfer (aerosol, reyleigh scattering), sudut pengambilan data dari sensor dan waktu pengambilan data, kondisi tersebut menyebabkan data citra satelit memiliki bias nilai informasi yang harus dikoreksi. Dalam koreksi atmosfer menggunakan metode 6sv (*Second Simulation of the Sensor Signal in the Sensor Spectrum-Vector*), dimana dalam metode 6sv tersebut dilakukan melalui jaringan internet, dan didapatkan nilai koefisien dari parameter koreksi atmosfer (x_a , x_b , dan x_c). Adapun nilai koefisien parameter koreksi atmosfer sebagai berikut :

Tabel 2.6 Nilai Koefisien Parameter 6SV

| Kanal | X_a | X_b | X_c |
|------------------|---------|---------|---------|
| Biru | 0,00316 | 0,19157 | 0,21279 |
| Hijau | 0,00311 | 0,11316 | 0,17251 |
| Merah | 0,00337 | 0,07208 | 0,14192 |
| Inframerah Dekat | 0,00467 | 0,03690 | 0,09959 |

Setelah melakukan perhitungan dengan persamaan (2.3) dan (2.4), didapatkan hasil nilai reflektan-permukaan pada stasiun pengamatan sebagai berikut:



Gambar 4.4 Kurva Nilai Reflektan-permukaan

Pada gambar 4.4 diketahui bahwa secara berturut-turut kanal yang dominan menghamburkan gelombang kembali ke sensor (*backscattering*) adalah kanal biru-kanal hijau-kanal merah dan kanal inframerah dekat dan sebaliknya kanal yang paling di serap oleh air adalah kanal inframerah dekat. Sehingga dalam estimasi konsentrasi TSS dan kecerahan perairan lebih dominan pada kanal biru, hijau, dan merah.

4.2 Uji Akurasi

4.2.3 Uji Akurasi Estimasi TSS dengan Data In situ

Berikut adalah data estimasi konsentrasi TSS dari beberapa algoritma yang akan diuji akurasinya dengan data hasil pengukuran lapangan oleh Pusat Oseanografi-LIPI. Adapun nilai pada titik stasiun pengamatan pada nilai estimasi diambil dari ekstrak nilai 3×3 citra sebagai berikut:

Tabel 2.7 Data insitu dan Konsentrasi TSS Tiga Algoritma

| Stasiun | Konsentrasi TSS (mg/l) | | | |
|---------|------------------------|-------------|---------------|---------------|
| | <i>in situ</i> | Laili(2015) | Jaelani(2015) | Parwati(2014) |
| st1 | 0,0910 | 14,274 | 10,825 | 4,065 |
| st2 | 0,0935 | 13,885 | 10,495 | 3,270 |
| st3 | 0,0913 | 13,358 | 10,384 | 3,398 |
| st4 | 0,0921 | 12,907 | 10,061 | 3,340 |
| st5 | 0,1026 | 13,030 | 10,215 | 3,375 |
| st6 | 0,1033 | 13,321 | 10,276 | 3,120 |
| st7 | 0,0990 | 13,608 | 10,554 | 4,372 |
| st8 | 0,1009 | 13,545 | 10,554 | 2,948 |
| st9 | 0,1022 | 14,449 | 11,279 | 4,000 |
| st10 | 0,1081 | 13,920 | 10,375 | 4,568 |
| st11 | 0,1039 | 14,480 | 11,004 | 5,118 |
| st13 | 0,0987 | 13,862 | 10,800 | 3,166 |
| st14 | 0,1027 | 14,349 | 11,080 | 5,550 |
| st15 | 0,1033 | 13,823 | 10,582 | 5,365 |
| st16 | 0,1023 | 15,188 | 11,385 | 8,638 |
| st17 | 0,0000 | 15,104 | 11,525 | 4,295 |
| st18 | 0,1038 | 14,786 | 12,611 | 1,166 |
| st19 | 0,1002 | 14,943 | 12,828 | 1,811 |
| st20 | 0,1012 | 14,562 | 11,602 | 5,260 |
| st21 | 0,1014 | 14,141 | 10,674 | 5,397 |
| st22 | 0,1033 | 15,007 | 11,621 | 6,466 |
| st23 | 0,1021 | 14,693 | 12,058 | 3,868 |

Berdasarkan hasil konsentrasi yang dihasilkan di atas, maka diperoleh hasil uji akurasi sebagai berikut :

Tabel 2.8 Hasil Uji NMAE

| No | Algoritma TSS | NMAE(%) |
|----|----------------|---------------|
| 1 | Laili (2015) | 92,778 |
| 2 | Jaelani (2015) | 91,836 |
| 3 | Parwati(2014) | 47,312 |

Dari hasil perhitungan NMAE tersebut NMAE terbaik adalah NMAE algoritma Parwati (2014), dimana memiliki nilai 47, 312 %, dimana NMAE berada diatas syarat maksimum NMAE 30% agar bisa digunakan untuk mengekstrak data kualitas air dari data penginderaan jauh. Hal ini bisa disebabkan karena antara waktu pengambilan data lapangan dengan waktu pengambilan data citra berbeda, serta kondisi perairan yang mudah berubah. Nilai NMAE yang $\leq 30\%$ juga bisa di pengaruhi oleh proses koreksi atmosfer yang mengalami kesalahan dan kesalahan tersebut menjalar ke pengolahan citra menggunakan algoritma-algoritma tersebut.

4.2.3 Uji Akurasi Estimasi Kecerahan dengan Data In situ

Berikut adalah data estimasi konsentrasi kecerahan dari beberapa algoritma yang akan diuji akurasi dengan data hasil pengukuran lapangan oleh Pusat Oceanografi-LIPI. Adapun nilai pada titik stasiun pengamatan pada nilai estimasi diambil dari ekstrak nilai 3 x 3 adalah sebagai berikut :

Tabel 2.9 Data in situ dan Estimasi kecerahan

| Stasiun | Konsentrasi Kecerahan (m) | | | |
|---------|---------------------------|-----------------|----------------|----------------|
| | <i>in situ</i> | Shodiqin (2015) | Tarigan (2012) | Chipman (2004) |
| st1 | 6,00 | 5,01 | 5,60 | 1,309 |
| st2 | 5,15 | 6,80 | 5,76 | 1,306 |
| st3 | 6,70 | 10,33 | 5,54 | 1,305 |
| st4 | 6,60 | 14,9 | 5,60 | 1,301 |
| st5 | 6,53 | 13,42 | 5,51 | 1,303 |

| Stasiun | Kecerahan (m) | | | |
|---------|----------------|-----------------|----------------|----------------|
| | <i>in situ</i> | Shodiqin (2015) | Tarigan (2013) | Chipman (2004) |
| st7 | 5,55 | 8,49 | 5,40 | 1,306 |
| st8 | 5,85 | 8,91 | 5,55 | 1,306 |
| st9 | 5,10 | 4,39 | 5,28 | 1,314 |
| st10 | 4,90 | 6,62 | 5,79 | 1,304 |
| st11 | 5,40 | 4,36 | 5,46 | 1,311 |
| st12 | 5,52 | 7,16 | 5,61 | 1,307 |
| st13 | 7,00 | 6,93 | 5,48 | 1,309 |
| st14 | 5,00 | 4,72 | 5,24 | 1,312 |
| st15 | 4,55 | 7,16 | 5,42 | 1,307 |
| st16 | 4,80 | 2,51 | 5,33 | 1,315 |
| st17 | 4,10 | 2,62 | 5,45 | 1,317 |
| st19 | 5,20 | 2,97 | 4,94 | 1,329 |
| st20 | 4,80 | 4,06 | 4,89 | 1,317 |
| st22 | 4,75 | 2,84 | 5,08 | 1,317 |
| st23 | 4,50 | 3,59 | 4,76 | 1,322 |

Berdasarkan hasil konsentrasi yang dihasilkan di atas, maka diperoleh hasil uji akurasi sebagai berikut :

Tabel 2.10 Hasil Uji *NMAE*

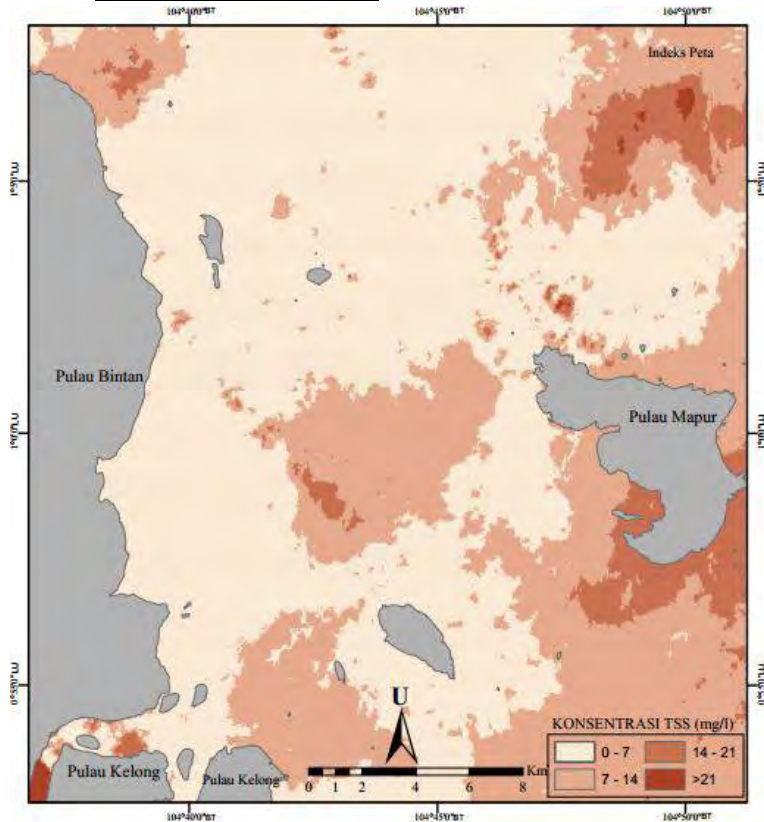
| No | Algoritma TSS | <i>NMAE</i> (%) |
|----|-----------------|-----------------|
| 1 | Shodiqin (2015) | 40,825 |
| 2 | Tarigan (2012) | 10,843 |
| 3 | Chipman (2014) | 75,075 |

Dari hasil perhitungan *NMAE* tersebut *NMAE* terbaik adalah *NMAE* algoritma Tarigan (2012), dimana memiliki nilai 10,843 %, dimana *NMAE* masih berada dibawah syarat maksimum *NMAE* 30% agar bisa digunakan untuk mengekstrak data kualitas air dari data penginderaan jauh. Hal ini bisa disebabkan karena kondisi daerah penelitian Tarigan (2012)

memiliki karakteristik yang sama dengan lokasi penelitian ini. Pada saat koreksi atmosfer parameter xa, xb, xc kurang akurat atau server untuk web tersebut mengalami penurunan kualitas.

4.3 Hasil Konsentrasi Parameter

4.3.1 Hasil Konsentrasi TSS

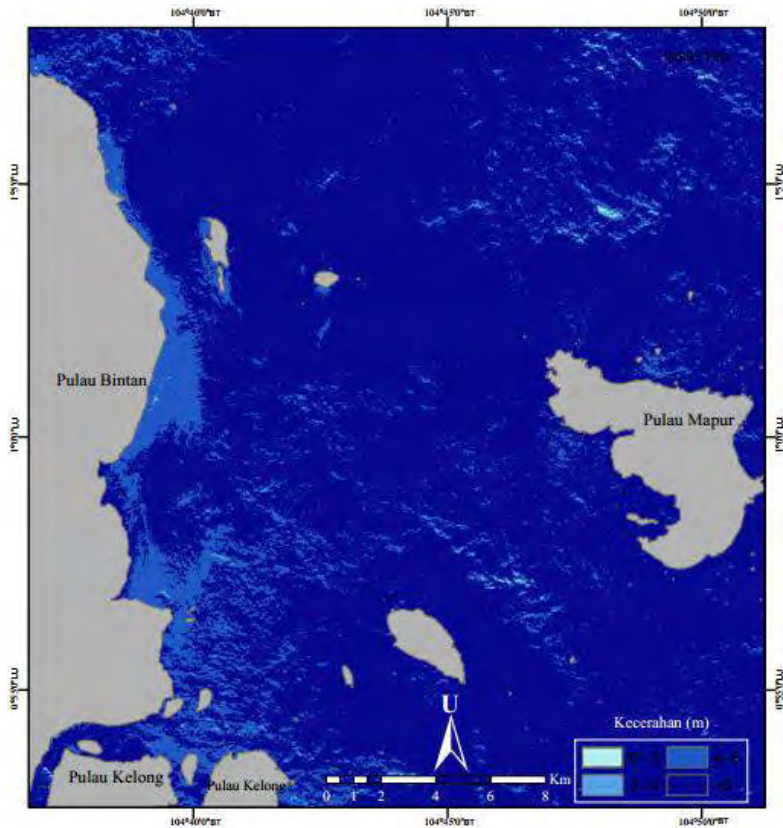


Gambar 4.5 Peta Sebaran Konsentrasi TSS

Secara visual peta sebaran konsentrasi TSS memiliki rentang nilai antara 0 mg/l sampai >21 mg/l. Nilai TSS tinggi

disekitar daratan Pulau Mapur dan Pulau Kelong sebesar >21 mg/l. Hal ini bisa disebabkan karena di daerah dekat dengan Pulau Kelong terdapat PT. Aneka Tambang Kijang yang saat melakukan eksplorasi mineral tidak menggunakan kaidah-kaidah ramah lingkungan. Selain itu juga, kondisi tersebut juga bisa disebabkan adanya kegiatan pembuangan limbah dari kegiatan rumah tangga yang menyebabkan konsentrasi sedimendasi tinggi.

4.3.2 Hasil Sebaran Kecerahan

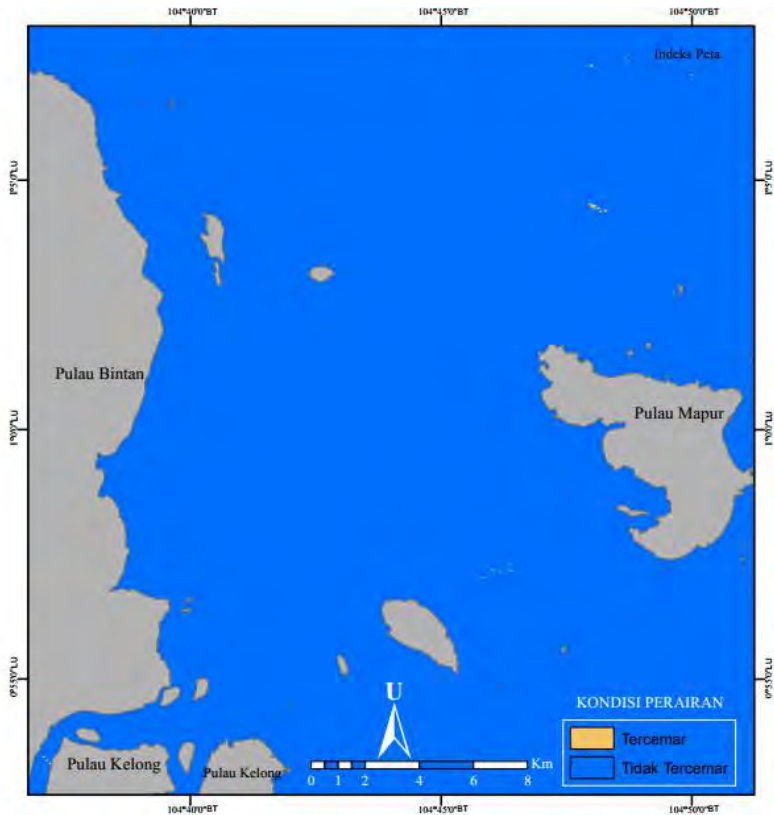


Gambar 4.6 Peta Sebaran Kecerahan

Hasil kecerahan yang didapatkan di perairan Bintan Timur yaitu berkisar antara 4 m sampai 6 meter. Kecerahan di dekat daratan sekitar 4-5 meter, hal ini bisa diidentifikasi bahwa nilai kecerahan dipengaruhi oleh sedimentasi. Dimana kecerahan tersebut berbanding terbalik dengan data TSS. Semakin besar konsentrasi TSS maka kecerahannya akan semakin berkurang, begitupun sebaliknya.

4.4 Peta Pendugaan Pencemaran

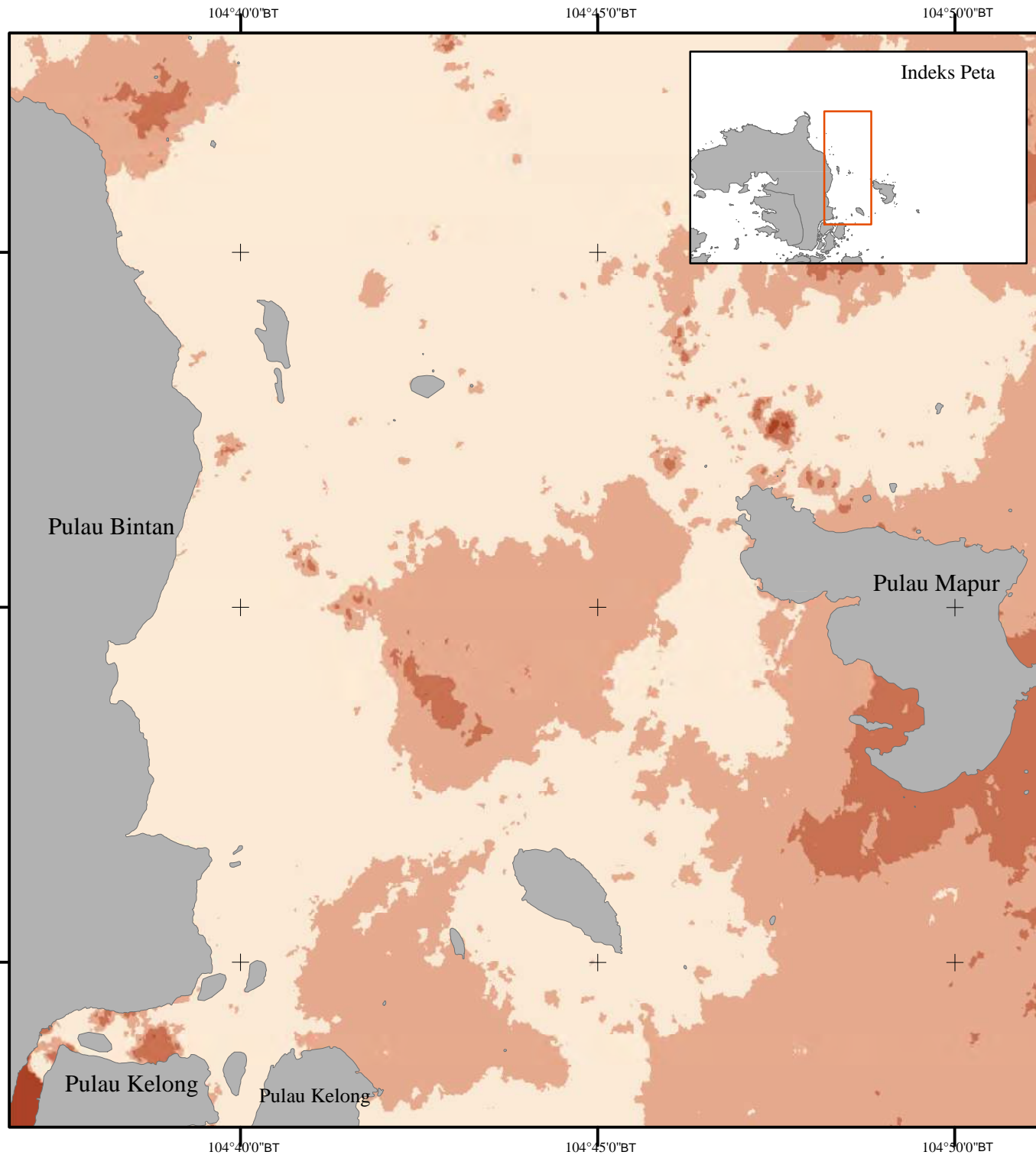
Berikut adalah peta hasil pendugaan pencemaran perairan di Bintan Timur:



Gambar 4.7 Peta Pendugaan Pencemaran

Hasil pendugaan tersebut menyatakan bahwa daerah perairan Bintan Timur belum mengalami pencemaran. Karena kondisi perairan tersebut berdasarkan konsentrasi TSS dan kecerahan masih berada dalam kondisi normal sesuai Baku Mutu

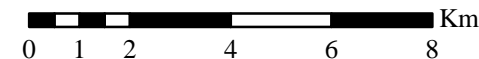
No. 51 Tahun 2004. Kondisi TSS meskipun ada yang tergolong tinggi (>21 mg/l) tapi masih sesuai dengan peruntukan wisata bahari dan juga untuk biota laut berupa karang dan mangrove yang baku mutunya antara 20-80 mg/l. Dan ambang batas untuk kecerahannya masih sesuai dengan baku mutu untuk peruntukkan wisata bahari dan biota laut sebesar >5 meter.



PETA KONSENTRASI TSS PERAIRAN BINTAN TIMUR, KEPULAUAN RIAU



SKALA 1:150000

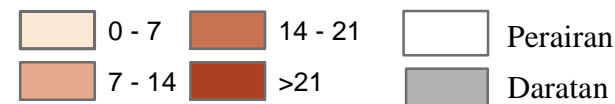


Keterangan :

Datum : WGS 1984
Sistem Koordinat : Geografis
Citra Satelit : Landsat 8 Level 1T
Data In Situ : P2O LIPI

LEGENDA

Konsentrasi TSS (mg/l)



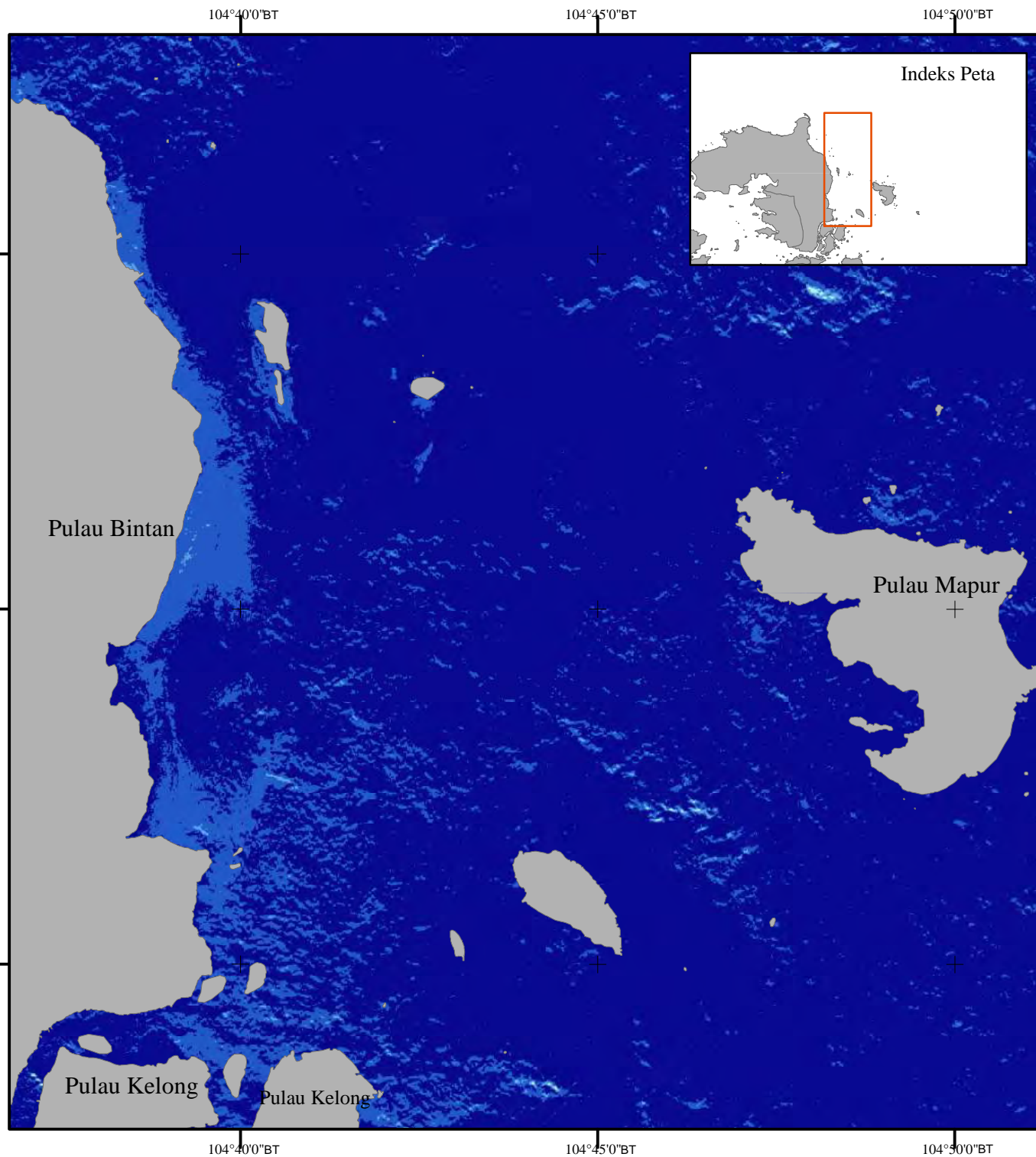
Dibuat Oleh:
Irma'atus Sholihah - 3512100004

Pembimbing:
Lalu Muhamad Jaelani, ST.,M.Sc.,Ph.D
Drs. Salam Tarigan, M.Si

Tanggal Pembuatan:
23 Juni 2016



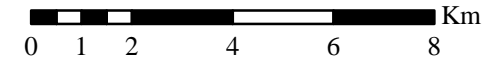
JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016



PETA KECERAHAN PERAIRAN BINTAN TIMUR, KEPULAUAN RIAU



SKALA 1:150000



Keterangan :

Datum : WGS 1984
Sistem Koordinat : Geografis
Citra Satelit : Landsat 8 Level 1T
Data In Situ : P2O LIPI

LEGENDA

Keceraan (m)



Dibuat Oleh:

Irma'atus Sholihah - 3512100004

Pembimbing:

Lalu Muhamad Jaelani, ST.,M.Sc.,Ph.D
Drs. Salam Tarigan, M.Si

Tanggal Pembuatan:

23 Juni 2016



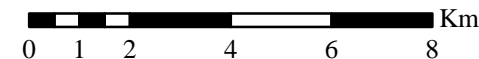
JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016



PETA PENDUGAAN PENCEMARAN PERAIRAN BINTAN TIMUR, KEPULAUAN RIAU



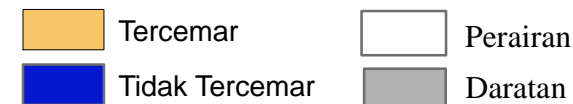
SKALA 1:150000



Keterangan :

Datum : WGS 1984
Sistem Koordinat : Geografis
Citra Satelit : Landsat 8 Level 1T
Data In Situ : P2O LIPI

LEGENDA



Dibuat Oleh:
Irma'atus Sholihah - 3512100004

Pembimbing:
Lalu Muhamad Jaelani, ST.,M.Sc.,Ph.D
Drs. Salam Tarigan, M.Si

Tanggal Pembuatan:
23 Juni 2016



JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

- a. Dari beberapa algoritma *existing* yang digunakan dalam mengolah konsentrasi TSS dan kecerahan didapatkan algoritma yang sesuai untuk mengolah TSS dan kecerahan di perairan Bintang Timur yaitu untuk TSS menggunakan algoritma milik Parwati (2014) karena NMAE yang diperoleh sebesar 47,312 % mendekati dengan syarat minimum NMAE $< 30\%$. Hasil ekstraksi Algoritma Parwati (2015) ini sesuai karena daerah penelitian memiliki karakteristik yang sama dengan penelitian. Sedangkan untuk kecerahan algoritma yang sesuai adalah algoritma Tarigan (2013) karena memiliki NMAE sebesar 10,843 % hal ini menunjukkan bahwa nilai hasil estimasi menggunakan algoritma tersebut dengan hasil data lapangan memiliki kesesuaian. Karena lokasi perairan penelitian Tarigan(2015) sama dengan lokasi penelitian ini.
- b. Didapatkan hasil sebaran konsentrasi TSS dan kecerahan dari algoritma *existing* terbaik yaitu konsentrasi TSS di perairan Bintang memiliki rentang nilai antara 0 mg/l sampai diatas 21 mg/l. Parameter tersebut masih sesuai dengan Baku Mutu No.51 Tahun 2004 bahwa kondisi tersebut menyatakan perairan Bintang masih normal dan belum tercemar. Sedangkan untuk kecerahan perairan didapatkan rentang nilai antara 3 meter sampai 6 meter. Kondisi tersebut menyatakan bahwa perairan Bintang masih belum terlalu keruh dan tercemar. Karena masih dapat digunakan untuk lokasi perumbuhan biota laut dan wisata bahari.
- c. Dari hasil analisis konsentrasi TSS dan kecerahan perairan terhadap Baku Mutu No. 51 Tahun 2004 didapatkan bahwa daerah perairan Bintang Timur belum mengalami pencemaran karena nilai TSS dan kecerahannya masih berada dibawah ambang batas baku mutu dan masih sesuai untuk budidaya biota laut, dan wisata bahari meskipun tidak secara

kesuluruhan daerah tersebut dapat digunakan untuk kepentingan kegiatan laut.

- d. Kondisi Perairan Bintan Timur masih normal dan belum tercemar.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan kepada peneliti selanjutnya adalah sebagai berikut :

- a. Pengambilan data lapangan sebaiknya dilakukan dalam kondisi yang cerah (musim kemarau) agar citra yang digunakan terbebas dari awan.
- b. Dalam pengambilan data lapangan, hendaknya data yang diambil juga meliputi data Rrs lapangan, agar dapat dimodelkan algoritma untuk mengekstrak data kualitas perairan di wilayah Bintan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriman, Ari Purbayanto, Sugeng Budiharso, dan Ario Damar. 2013. "Pengaruh Sedimentasi Terhadap Terumbu Karang di Kawasan Konservasi Laut Daerah Bintang Timur Kepulauan Riau." *Berkala Perikanan Terubuk* 41 (1): 90–101.
- Badan Standardisasi Nasional. 2004. *Air dan Air Limbah – Bagian 10: Cara Uji Minyak dan Lemak Secara Gravimetri*.
- Department Of The Interior U.S. Geological Survey. 2016. *Department of the Interior U.S. Geological Survey - Landsat 8 (L8) Data Users Handbook*. Versions 2. Vol. 8. South Dakota: K.Zanter LSDS CCB Chair USGS.
- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*.
- Jelani, Lalu Muhamad. 2014. Koreksi Geometrik Landsat 8 Tidak Perlu. LMJaelani.com. <http://lmjaelani.com/2014/02/koreksi-geometrik-landsat-8-tidak-perlu/>.
- Jaelani, Lalu Muhamad, Fajar Setiawan, dan Bunkei Matsushita. 2015. "Uji Akurasi Produk Reflektan-Permukaan Landsat Menggunakan Data In Situ Di Danau Uji Akurasi Produk Reflektan-Permukaan Landsat." *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan XX 2015*, February: 467. doi:10.13140/RG.2.1.1391.9446.
- Lestari, Indah Budi. 2009. "Pendugaan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) dan Transparansi Perairan Teluk Jakarta dengan Citra Satelit Landsat". Institut Pertanian Bogor.
- Liliesand, M.Thomas, dan W.Ralph Kiefer. 1979. *Penginderaan Jauh Dan Interpretasi Citra*. Editor oleh Sutanto. Pertama. Jogjakarta: Gadjah Mada University Press.
- Liliesand, M. Thomas, dan W. Ralph Kiefer. 1990. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Editor oleh Sutanto. Terjemahan. Jogjakarta: Gadjah Mada University Press.

- Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2004. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Tentang Baku Mutu Air Laut No. 51 Tahun 2004*. Vol. 0.
- Musliadi. 2013. "Karakteristik Reflektansi Spektral Citra Landsat ETM+ Pada Kawasan Budidaya Rumput Laut Di Kabupaten Bantaeng." *Journal of Chemical Information and Modeling*. doi:10.1017/CBO9781107415324.004.
- Parwati, Ety, dan Dwi Purwanto. 2014. "Analisis Algoritma Ekstraksi Informasi Tss Menggunakan Data Landsat 8 Di Perairan Berau." *Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014*, 518–28.
- Rifardi. 2012. *Ekologi Sedimen Laut Modern*. Revisi. Pekanbaru: UR Press.
- Sari, Vivi Diannita, Muhammad Taufik, dan Lalu Muhamad Jaelani. 2015. "Perbandingan Pengaruh Koreksi Radiometrik Citra Landsat 8 Terhadap Indeks Vegetasi Pada Tanaman Padi." *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah (ATPW)*, 13–20. doi:10.13140/RG.2.1.2774.7280.
- Shodiqin, Ali Muzani. 2015. "Studi Total Suspended Solid Dan Transparansi Perairan Menggunakan Citra Satelit Worldview 2 Sebagai Faktor Pembatas Pertumbuhan Terumbu Karang." Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Shodiqin, Ali Muzani. 2016. "Studi Total Suspended Solid dan Transparansi Perairan Menggunakan Citra Satelit Worldview-2 Sebagai Faktor Pembatas Pertumbuhan Terumbu Karang (Studi Kasus : Perairan PLTU Paiton , Kabupaten Probolinggo)." Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Surabaya.
- Sopiani, Ani. 2014. *Menjaga Laut Dari Pencemaran Dan Perusakan*. Editor oleh Sarjan Ramdani. Pertama. Bandung: Mitra Edukasi Indonesia.
- Sp, Afiesh. 2013. "Parameter Kualitas Air di Perairan." *Afiesh.blogspot.co.id*.

<http://afiesh.blogspot.co.id/2013/07/parameter-kualitas-air.html>.

Tarigan, MS. 2012. “Aplikasi Satelit Aqua MODIS Untuk Memprediksi Model Pemetaan Kecerahan Air Laut Di Perairan Teluk Lada, Banten.” *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine ...* 14 (September): 126–31.<http://www.ejournal.undip.ac.id/index.php/ijms/article/view/1610>.

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Irma'atus Sholihah atau akrab dipanggil Irma, merupakan anak pertama dari dua bersaudara yang lahir dari orangtua hebat dan penuh dedikasi bernama Suharni (almh) dan Kasmaji. Lahir di Lamongan, Jawa Timur pada tanggal 03 Desember 1993. Penulis menempuh pendidikan mulai dari taman kanak – kanak di TK Bustanul Athfal VIII Babat, lalu dilanjutkan dengan pendidikan formal di Madrasah Ibtidaiyah Muhammadiyah (MIM) Kebalandono, Babat.

Kemudian melanjutkan sekolah menengah pertama di Madrasah Tsanawiyah Negeri Model Babat (MTSN), dan melanjutkan di Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) Babat dan lulus pada tahun 2012. Pada tahun 2012 penulis mengikuti SNMPT Undangan dan diterima di Perguruan Tinggi Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya dengan pilihan jurusan Teknik Geomatika. Semasa menjadi mahasiswa hingga lulus, penulis aktif dalam mengikuti dan menjadi bagian dari beberapa organisasi baik dalam kampus maupun organisasi ekstra kampus (ormek). Diantaranya aktif di Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah (IMM) Komisariat 10 Nopember dan salah satu inisiator “Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah ITS Revival Team” tahun 2012 dan menjabat sekertaris kaderisasi pada kepengurusan pertama, sekarang menjabat sebagai bendahara umum , selain itu penulis sempat menjadi Lembaga Dakwah Jurusan Geomatics Islamics Study (LDJ – GIS) Jurusan teknik Geomatika - ITS pada tahun 2013/2014 kepengurusan Ihsan Naufal Muafiry, Instruktur Nasional dan relawan TRENS SAINS (Pesantren Sains) “ milik Dr.Agus Purwanto, D.Sc, serta aktif di Yayasan Abdullah Wasian